

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,
Please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-136016

(43)公開日 平成10年(1998)5月22日

(51)Int.Cl.⁶
H 0 4 L 12/56
12/46
12/28
29/04

識別記号

F I
H 0 4 L 11/20 1 0 2 D
11/00 3 1 0 C
13/00 3 0 3 B

(21)出願番号 特願平8-287064

(22)出願日 平成8年(1996)10月29日

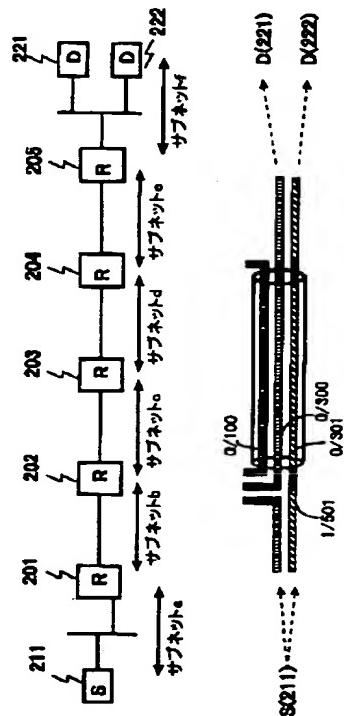
(71)出願人 000003078
株式会社東芝
神奈川県川崎市幸区堀川町72番地
(72)発明者 勝部 泰弘
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
式会社東芝研究開発センター内
(72)発明者 田中 久子
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
式会社東芝研究開発センター内
(72)発明者 永見 健一
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
式会社東芝研究開発センター内
(74)代理人 弁理士 外川 英明

(54)【発明の名称】 パケット転送制御方法及びノード装置

(57)【要約】

【課題】 ルータが特定のエンドエンドフローに対して専用のカットスルーパスを提供する際のカットスルーパスが完成するまでの時間を短縮する。

【解決手段】 予め、より抽象的な条件により規定されるパケットフロー専用に、ルータ202からこれとは隣接しないルータ204まで第1のカットスルーパスが設定されている状態で、より詳細な条件により規定されるパケットフローを転送するための第2のカットスルーパスを設定する必要が生じると、ルータ202は、第1のカットスルーパスの終点204との間で第2のカットスルーパス設定のための制御メッセージの交換を行い、第1のカットスルーパスを利用して第2のカットスルーパスを設定する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】第1の条件により規定されるパケットフローを転送するため、自ノードから自ノードとは異なる論理ネットワークに属するノードまでネットワーク層処理を施さずにパケットを転送可能な、第1の専用仮想パスが存在することを記憶し、前記第1の条件に加えて第2の条件により規定されるパケットフローを転送するための第2の専用仮想パスを、前記第1の専用仮想パスの終点ノードもしくはそのさらに下流のノードまで、前記第1の専用仮想パスを利用して設定するために、前記終点ノードとの間で前記第2の専用仮想パスを特定する情報及びこの第2の専用仮想パスにより転送されるべき前記パケットフローを規定する条件を示す情報を通信することを特徴とするパケット転送制御方法。

【請求項2】前記第1の専用仮想パスは複数の仮想パスを含み、前記第2の専用仮想パスは、この複数の仮想パスのうちの一つであることを特徴とする請求項1記載のパケット転送制御方法。

【請求項3】前記通信後、前記第1及び第2の条件の双方を満たすパケットは前記第2の専用仮想パスで転送し、前記第1の条件を満たすが前記第2の条件は満たさないパケットは前記第2の専用仮想パス以外の第1の専用仮想パスで転送することを特徴とする請求項1記載のパケット転送制御方法。

【請求項4】前記通信後、前記第2の専用仮想パスにより転送されるべきパケットフローに対し専用に割り当てられた仮想パスが自ノードの上流に存在するならば、この仮想パスと前記第2の専用仮想パスとの対応関係を記憶し、

この記憶された対応関係に基づいて、受信した前記パケットフローに属するパケットをネットワーク層処理を施さずに前記第2の専用仮想パスへ転送することを特徴とする請求項1記載のパケット転送制御方法。

【請求項5】前記終点ノードは、前記通信後、前記第2の専用仮想パスにより転送されるべきパケットフローに対し専用に割り当てられた仮想パスが自ノードの下流に存在するならば、この仮想パスと前記第2の専用仮想パスとの対応関係を記憶し、

この記憶された対応関係に基づいて、受信した前記パケットフローに属するパケットをネットワーク層処理を施さずに下流の前記仮想パスへ転送することを特徴とする請求項1記載のパケット転送制御方法。

【請求項6】第1の条件により規定されるパケットフローを転送するため、自ノードから自ノードとは異なる論理ネットワークに属するノードまでネットワーク層処理を施さずにパケットを転送可能な、第1の専用仮想パスが存在することを記憶する記憶手段と、

前記第1の条件に加えて第2の条件により規定されるパケットフローを転送するための第2の専用仮想パスを、

前記第1の専用仮想パスの終点ノードもしくはそのさらに下流のノードまで、前記第1の専用仮想パスを利用して設定するために、前記記憶手段により記憶された内容を参照して、前記終点ノードとの間で前記第2の専用仮想パスを特定する情報及びこの第2の専用仮想パスにより転送されるべき前記パケットフローを規定する条件を示す情報を通信する手段とを具備したことを特徴とするノード装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ある論理ネットワークから異なる論理ネットワークへパケットを転送するノード装置（パケットを中継するルータ装置を含む）及びそのノード装置におけるパケット転送制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】インターネットプロトコルに代表されるネットワーク層のパケットを転送するパケット通信ネットワークでは、論理ネットワークが定義されている。同一の論理ネットワーク内においては、その論理ネットワークを構成するデータリンク層のプロトコル（イーサネット、ポイント一对リンク、ATM、フレームリレーなど）に基づいて所定のフレーム形式でパケット転送が行なわれる。

【0003】一方、異なる論理ネットワークへパケットを転送する場合には、論理ネットワークの境界のルータにおいてパケットのアドレス情報を解析し、所定の論理ネットワークへ向けてパケットを中継転送する。したがって、論理ネットワークの境界を通過する回数だけルータでのアドレス解析によるパケット中継転送処理が行なわれることになる。

【0004】個々の論理ネットワークを構成するデータリンクネットワークが高速化されるにつれ、そうしたルータでのアドレス解析による中継転送処理が全体の転送性能におけるボトルネックになるという問題点がある。こうした問題点を解決するために、電子情報通信学会交換システム／情報ネットワーク研究会「セルスイッチルータ 基本コンセプトとマイグレーションシナリオ」（96年3月）およびIETFのRFC1953、1954に記載されたようなルータにおいてパケット毎のアドレス解析処理を行なわないカットスルー転送を行なうことで、ルータの処理性能を大幅に向上させる方法が考案されている。

【0005】このカットスルー転送方式を行なうルータでは、最初の1つあるいは少数のパケットのアドレスや上位プロトコルなどの情報は解析するが、解析したパケットフローの経路上の隣接ルータ（同一の論理ネットワークに属する前段あるいは次段ルータ）との間で所定の制御メッセージの交換を行なうことで、解析したパケットフローに関する情報を、高速処理可能なヘッダ値（A

TMの場合はセルヘッダのVPI（バーチャルパス識別子）／VCI値（バーチャルチャネル識別子）にマッピングさせて記憶する。

【0006】そして、上記パケットフローに属する以降のパケットは、記憶した高速処理可能なヘッダ値をもとに転送処理を行なうものである。パケットフローの経路上の各々のルータにおいて上記処理を行なうことで、最初の少數のパケット以外は高速転送（以降、カットスルー転送と呼ぶ）処理を行なうことが可能になる。また、エンドホストから通信品質の要求を伝えることにより、エンドエンドフローに対して所定の通信品質要求を満たすカットスルーパスを提供することも可能となる。

【0007】上述したパケット転送制御方法は、例えば特定の送信ホスト／受信ホスト間の通信毎にカットスルー転送パスを設定するために、ルータの管理すべきカットスルーパスの数が多くなる可能性があること、またカットスルーパスが完成するまでの間は従来のルータと同じようにパケット毎のアドレス解析処理を行なう必要があるために、ルータによってはパケット毎の解析処理のボトルネックが生じる可能性があることが課題として考えられる。

【0008】そこで、特定のルータ間のカットスルーパスを、特定のエンドエンドパケットフローの検出時にそのフロー専用に設定するのではなく、ネットワークの立ち上げ時などに事前に設定する方法も提案されている。その場合のカットスルーパスとは、考えられるすべてのエンドエンドフローに対して専用に設定するのは現実的に考えられないため、より汎用的に使用可能のように設定することになる（例えば、あるルータから特定の論理ネットワーク宛のすべてのパケットが使用するなど）。したがって、あるルータから他の論理ネットワークの他のルータまで形成されたカットスルーパスを種々のエンドエンドパケットフローが共用することになる。

【0009】この方法の場合には、前述した方法のようなカットスルーパス形成までの通常のアドレス解析処理のボトルネックの可能性は回避することが可能である。しかしながら、ネットワークの規模が大きくなると、あらかじめ設定すべきカットスルーパスの数が多くなるため、ある程度限定した数（トラヒック量の多い特定の宛先論理ネットワーク宛など）のカットスルーパスを設定する方が望ましい。その場合には、あるエンドエンドパケットフローが発生した場合に、その経路上にカットスルーパスが設定されていないと、経路上のルータでは従来のパケット毎のアドレス解析に基づく転送処理をすることになるため、性能ボトルネックの問題が再び生じることになる。

【0010】また、このある程度汎用的なカットスルーパスを設定する方法の場合には、特定のエンドエンドフローに対して所定の通信品質要求を満たすような専用の

カットスルーパスを提供するようなことはできない。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】このような事情を鑑み、本発明は、特定のエンドエンドフローに対して専用のカットスルーパスを提供可能としつつ、カットスルーパスが完成するまでの時間を短縮でき、ルータのアドレス解析処理の負担を軽減することのできるパケット転送制御方法及びノード装置の実現を目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明に係るパケット転送制御方法は、第1の条件により規定されるパケットフローを転送するための、自ノードから自ノードとは異なる論理ネットワークに属するノードまでネットワーク層処理を施さずにパケットを転送可能な、第1の専用仮想パスが存在することを記憶し、前記第1の条件に加えて第2の条件により規定されるパケットフローを転送するための第2の専用仮想パスを、前記第1の専用仮想パスの終点ノードもしくはそのさらに下流のノードまで、前記第1の専用仮想パスを利用して設定するために、前記終点ノードとの間で前記第2の専用仮想パスを特定する情報及びこの第2の専用仮想パスにより転送されるべき前記パケットフローを規定する条件を示す情報を通信することを特徴とする。

【0013】本発明が対象とするネットワークのデータリンク層は、イーサネット、ポイントーポイントリンク、ATM、フレームリレー等のいずれであっても良い。ネットワーク層のプロトコルも、IP、IPX等のいずれであっても良い。

【0014】本発明によれば、予め、第1の条件により規定されるパケットフロー用に、自ノードから、自ノードとは隣接しないあるノードまで、その間の経由ノードではネットワーク層処理を施さずに該パケットフローに属するパケットを転送可能なように、第1の専用仮想パス（カットスルーパス）が設定されている。

【0015】この第1の専用仮想パスは、例えばATMであれば、VP（この中に複数のVC（仮想コネクション）が内包されている）のカットスルーであっても、複数のPVC（パーマネント仮想コネクション）のカットスルーであっても良い。また、例えばイーサネットであれば、MACフレームの特定領域に第1の専用仮想パスを示す値を書き込んで転送し、この特定領域を後述する別の特定領域よりも優先的に参照・書換してネットワーク層処理せずにルーティングすることにより実現されるカットスルーとすれば良い。

【0016】そして、第1の条件に加えて第2の条件により規定されるパケットフローを転送するための第2の専用仮想パスを設定する必要が生じると、第1の専用仮想パスの終点ノードとの間で第2の専用仮想パスを特定する情報及びこの第2の専用仮想パスにより転送されるべきパケットフローを規定する条件を示す情報を通信す

ることにより、自ノードと前記終点ノードの双方が、第1に加えて第2の条件により規定されるパケットフロー用の第2の専用仮想パスを認識する。

【0017】この第2の専用仮想パスにより転送されるべきパケットフローを規定する条件は、前記第1の条件をより詳細にしたものとなる。例えば、第1の条件が、特定の論理ネットワークA宛であれば、第2の条件としては、宛先論理ネットワークAに属する特定のノードB宛である、該ノードBの特定アプリケーション（ポート）を宛先とする、もしくは特定のノードCを送信元とし該ノードBを宛先とする、等がある。

【0018】この第2の専用仮想パスは、第1の専用仮想パスに含まれる複数の仮想パスのうちの一つとすることができる、例えば、VP内包されるVCの一つ、複数のPVCのうちの一つを選択すればよい。イーサネットの場合は、前記別の特定領域に第2の専用仮想パスを示す値の書き込まれたMACフレームを転送することで、第2の専用仮想パスを使用する。

【0019】なお、上記発明における第1の専用仮想パスの終点ノードと自ノードの間の通信は、必要な情報を自ノードが前記終点ノードへ通知するのでも、前記終点ノードが自ノードへ通知するのでも、自ノードが前記終点ノードへ必要な情報を要求し前記終点ノードがこれに応えて自ノードへ通知するのでも良い。

【0020】自ノードは、この通信の後、第1及び第2の条件の双方を満たすパケットは第2の専用仮想パスで転送し、第1の条件を満たすが第2の条件は満たさないパケットは第2の専用仮想パス以外の第1の専用仮想パスで転送する。

【0021】そして、第2の専用仮想パス（カットスルーパス）は、前記第1の専用仮想パスの設定された区間よりも上流や下流に延ばすことができる。上流に延ばす場合は、自ノードが、第2の専用仮想パスにより転送されるべきパケットフローに対し専用に割り当てられた仮想パスが自ノードの上流に存在するならば、この仮想パスと第2の専用仮想パスとの対応関係を記憶し、この記憶された対応関係に基づいて、受信した前記パケットフローに属するパケットをネットワーク層処理を施さずに前記第2の専用仮想パスへ転送すれば良い。

【0022】下流に延ばす場合は、前記終点ノードが、第2の専用仮想パスにより転送されるべきパケットフローに対し専用に割り当てられた仮想パスが自ノードの下流に存在するならば、この仮想パスと第2の専用仮想パスとの対応関係を記憶し、この記憶された対応関係に基づいて、受信した前記パケットフローに属するパケットをネットワーク層処理を施さずに下流の前記仮想パスへ転送すれば良い。・

【0023】本発明はまた、上述した動作を行うノード装置の発明としても把握される。このように、本発明によれば、予め設定された第1の専用仮想パスを利用し

て、これよりも詳細な条件で規定されたパケットフロー専用の第2の専用仮想パスの設定が行えるため、特定のエンドエンドフローに対して専用のカットスルーパスを、短い設定時間にて提供可能となる。

【0024】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら本発明の実施の形態を説明する。図1は、カットスルーブラウジング処理が可能なルータの一構成例を示したものである。この例はルータに接続されたデータリンクがATMの場合を示しており、カットスルーブラウジングによる高速転送処理のためにATMスイッチ102を利用する。

【0025】入力インターフェース103、出力インターフェース104はATMセルの送受信を行なうインターフェースであり、その先にはATM交換ノードやATMルータやATMホストなどが接続されている。

【0026】コントローラ101では、ATM入力インターフェース103から受信したセルをATMスイッチ102を介して受信し、パケットへの組み立てを行ない、従来のルータと同様にパケットの宛先（および送信元）アドレス等の解析を行ない、次段の転送先ノード（ルータまたはホスト）やセルに付与すべきVPI/VCI値を決定する。そして再びパケットからセルへの分割を行なった後に決定したインターフェースへ向けてセルを送出する。

【0027】以上のような通常のルータが行なう転送方法に加えて、隣接ノードとのメッセージ交換により特定のパケットフローに対して専用に割り当てたVPI/VCI値を記憶しており、これにより、受信セルをコントローラ101でパケットに組み立ててパケットに記載されたフロー情報（ネットワーク層のアドレス情報等）の解析を行なうことなく、受信セルのVPI/VCI値から転送すべき次段ノードや出力時に付与すべきVPI/VCI値を決定することができる。

【0028】したがって、その場合にはコントローラでの解析処理をすることなくATMスイッチのみにより受信セルの次段ノードへの中継転送を行なうことができ、ATMスイッチの持つ高速、高スループットの転送処理を実現することができる。

【0029】こうしたカットスルーブラウジングを用いる特定のパケットフローを規定する条件として、様々なレベルが考えられる。条件を広く規定すればそれだけそのカットスルーパスを利用するフローが多くなり、一方条件をよりスペシフィックに規定すればそれだけそのカットスルーパスを利用するフローが限られる。

【0030】ここでは以下の2種類の場合を例にして説明する。

(1) 特定のエンドエンドのパケットフローあるいは特定のエンドエンドの特定のアプリケーションのパケットフローに専用に提供する場合。

(2) パケットの送信元は限定せず、また宛先ホストア

ドレスも限定せず、ある宛先論理ネットワーク行きの種々のエンドエンドパケットフローで共用できるものとして提供する場合。

【0031】前者の場合の運用方法としては、ルータは通常はATMインタフェースから受信したセルをコントローラでパケットに組み立て、フロー情報の解析処理結果に基づき次段ノードへパケットを転送しており、特定のエンドエンドフロー（の特定のアプリケーション）をコントローラが検出した場合にのみ、所定の制御メッセージを隣接ノードとの間で交換してそのエンドエンドフロー専用のVCを前段および次段との間に確立できた時点で、そのフローをATMスイッチによるカットスルー転送に変更する。

【0032】一方後者の場合の運用方法としては、あらかじめ特定の宛先論理ネットワーク専用のカットスルーパスをネットワーク立ち上げ時などに構築しておくことが考えられ、そのパスが構築された宛先行きのエンドエンドフローは最初のパケットから高速転送される。ただしそのパスが構築されていない宛先行きのエンドエンドフローは従来のコントローラでのパケット解析による転送が最初から最後まで行なわれることになる。

【0033】以下では、上述したような2種類のカットスルーパスを有効に組み合わせることで、各々の利点を有効に生かした拡張性が高く、かつ性能がより向上されたルータネットワークを構築する方法について説明する。

【0034】なお、ネットワーク層プロトコルがIP（Internet Protocol）の場合について説明する。よって論理ネットワークはサブネットと呼ぶことにする。

【0035】図2は、送信ホスト211が5台のルータ201～205を介して受信ホスト221、222へのパケット転送する場合の、ルータ202～204間のATMコネクションの構成例を示したものである。

【0036】送信ホスト211はサブネットaに、ルータ201はサブネットaとbに、ルータ202はサブネットbとcに、ルータ203はサブネットcとdに、ルータ204はサブネットdとeに、ルータ205はサブネットeとfに、受信ホスト221、222はサブネットfに属している。サブネットa、fはイーサネット、それ以外のサブネットはATMにより構成されているものとする。

【0037】ルータ202から203を経由して204までATMカットスルーパスがあらかじめ設定されており、このATMカットスルーパスはルータ202を通して宛先サブネットアドレスがfのパケットすべてが利用できるものである。

【0038】ルータ202のサブネットcに対するATMインタフェース（インタフェース番号2とする）では、このカットスルーパスはVPI値0で識別される。

すなわち、あらかじめ設定される、宛先サブネットがfである種々のエンドエンドパケットフローで共用されるATMカットスルーパスは、ルータ202から203まで設定されたVPI（バーチャルパス）とルータ203から204まで設定されたVPIをルータ203においてATMレベルで接続することにより構成されたものである。

【0039】ルータ203では入力されたセルのVPI値を参照するのみで、次段ルータ204に対してセルをパケットに組み立てることなく転送している。このようにVPIをつなぎ合わせて構成されているルータ202から204へのカットスルーパス（以下ではVPIカットスルーと呼ぶ）には、宛先サブネットがfである種々のエンドエンドパケットフローが流れているが、その中に、さらに特定のエンドエンドパケットフロー専用（あるいは特定のエンドエンドの特定のアプリケーションのパケットフロー専用）のカットスルーパスを必要に応じて構築する方法について以下に説明する。

【0040】図2では、送信ホスト211から受信ホスト222へのパケットフロー専用のカットスルーパスをルータ201からルータ205まで設定している。このカットスルーパスは、ルータ201から202まで設定されたVC（送信ホスト211から受信ホスト222へのパケットフロー専用）とルータ202から204まで設定されたVC（送信ホスト211から受信ホスト222へのパケットフロー専用）とをルータ202においてATMレベルで接続し、同様にルータ202から204まで設定された上記VCとルータ204から205まで設定されたVC（送信ホスト211から受信ホスト222へのパケットフロー専用）とをルータ204においてATMレベルで接続することにより構成することができる。

【0041】このように、VCをつなぎ合わせて構成されているカットスルーパスをVCカットスルーと呼ぶことにする。ルータ202および204では、入力されたセルのVPI／VCI値を参照するのみで、セルをパケットに組み立てることなく所定のVPI／VCI値を付与して次段ルータへ向けて転送している。ルータ203では、VPI値のみをもとに転送処理が可能な点は前述したとおりである。

【0042】この例では、送信ホスト211～受信ホスト222間のパケットフロー専用のVCカットスルーをルータ201から205まで構成する際に、すでにルータ202～204間に構成されているサブネットf行きのパケットフロー専用のVPIカットスルー（上記VCカットスルーで運ばれるパケットフローを規定する条件を包含した、より広い条件で規定されたパケットフローを運ぶ）を利用することにより、VCカットスルーを生成する際に、ルータ202の次段隣接ノードがルータ204であるかのようにして制御プロトコルを動作させるこ

とができる。

【0043】これにより、経路上のすべてのルータでVCカットスルーの生成手順を行なった場合に比べて、VCカットスルー生成に要する時間を短縮することができ、各ルータでのパケット処理負荷の軽減につながる。

【0044】図4は、図2に示したルータ202内のコントローラにおいて保持しているIP経路表の一例を示している。図5は、ルータ202内のコントローラにおいて保持しているVPカットスルーエントリの一例を示している。図6は、ルータ202内のATMスイッチが参照するATMセル経路表の一例を示している。

【0045】以下に、図2および図4～図6を参照しながら、ルータ202でのセル／パケット転送処理手順について説明する。ルータ202と204の間にはあらかじめ設定されたVPカットスルーエントリ（宛先サブネットアドレスのみで利用できるパケットフローの条件が規定された）が存在しているが、それ以外にはVPカットスルーエントリは存在していないものとする。

【0046】ルータ202がサブネットbに属する隣接ルータ201からセルを受信すると、まず受信したセルのVPI／VCI値をキーにして図6のATMセル経路表を参照する。ATMセル経路表には、図2に示す送信ホスト211～受信ホスト222間のパケットフロー専用のVCカットスルーエントリとして、入力インターフェース=1、入力VPI／VCI=1／501に対する出力インターフェース=2、出力VPI／VCI=0／301が記入されている。

【0047】図2には記載されていないが、もしルータ202でVPカットスルーエントリの中継を行なっている場合には、やはり対応するATMセル経路表のエントリが存在し、その場合入力VPI値と出力VPI値の対応のみが記入されている（VP中継をしているルータにおいては入出力VCI値については関与しない）。

【0048】受信したセルのVPI／VCI値に対する出力エントリが存在しない（あるいは出力インターフェースとしてコントローラが示されている）場合には、受信セルはコントローラへ転送されパケットに組み立てられる。組み立てられたパケットの送信元IPアドレス及び宛先IPアドレス（及び宛先ポート番号も参照する場合も考えられる）をキーに図4のIP経路表が参照され、その結果として出力インターフェース、出力時に付与するVPI／VCI値、そして仮想次段ノードアドレスが得られる。

【0049】仮想次段ノードとは、出力VPI値に相当するVPがVPカットスルーエントリを構成している場合にはそのVPカットスルーエントリの終端点のノード（図2ではルータ204）、VPカットスルーエントリを構成していない場合にはサブネットをはさんだ実際の次段ノードを示す。

【0050】この仮想次段ノードアドレスとしてVPカ

ットスルーエントリの終端点のノードのアドレスを記入する動作は、VPカットスルーエントリが形成されたときに行われている。図4に示すように、宛先サブネットアドレスがfであるパケットは、出力インターフェース2からVPI／VCI=0／100を付与したセルとして出力され、VPカットスルーエントリによりルータ204まではATM転送されることが仮想次段ノードフィールドよりわかる。

【0051】さらに図4では、宛先サブネットアドレスfで規定されたパケットフロー以外に、送信元アドレスa.211、宛先アドレスf.221で規定されたパケットフローに対して出力インターフェース2、出力VPI／VCI=0／300がIP経路表情報として記載されている。

【0052】この2つのエントリは宛先サブネットアドレスがfという意味では同じものであるが、後者の方がよりスペシフィックな（詳細な）条件で規定されたパケットフローであり、テーブル参照の際にはいちばん詳細な条件で一致したエントリの内容に従うようとする（ベストマッチ）。

【0053】図4の例では、送信元アドレスa.211、宛先アドレスf.221以外の宛先サブネットfのパケットはすべてVPI／VCI=0／100で送出され、仮想次段ルータ204（アドレスd.204）で終端されIP処理される。VPI／VCI=0／100がいわばサブネットf行きのパケットのデフォルトのVCであると言える。

【0054】送信元アドレスa.211、宛先アドレスf.221のパケットフローはVPI／VCI=0／300で送出され、このVCは図2の例ではルータ204～205間に張られた同じ送信元／宛先IPアドレスのフロー専用のVCとルータ204で相互接続され、ルータ205までVCカットスルーエントリとしてIP処理されずに転送されている。

【0055】なお、図2の例では、送信元アドレスa.211、宛先アドレスf.221のフロー専用のVCがルータ201～202間にも設定されれば、ルータ202においてもパケットに組み立てることなく、VPI／VCI=0／300で出力されるVCと接続されてカットスルーエントリ転送を行なうことが可能になる。

【0056】ルータ202のコントローラにおいて受信したパケットのフロー情報解析の結果、解析したパケットの属するエンドエンドフロー専用のVCカットスルーエントリは存在せず（次段ルータ203へのデフォルト転送用VCか、仮想次段ルータ204へのVPカットスルーエントリ転送用VCのみが存在する）、かつエンドエンドフロー専用のVCカットスルーエントリを設定した方が望ましいとルータ202において判断した場合には、以下に示すVCカットスルーエントリの設定の手順を開始する。なお、受信したパケット自体は上記いずれかのデフォルト転送用VC（図2の例ではVPI／VCI=0／100）で

転送することが望ましい。

【0057】VCカットスルーフローを設定しようとしているエンドエンドフローの宛先IPアドレスのネットワークアドレス部分をキーにIP経路表を参照し、仮想次段ノードのフィールドが示しているノードとの間にそのエンドエンドフロー専用のVCを確保し、所定の制御メッセージをそのノードとの間でやりとりする。

【0058】例えば、図2の送信ホスト211からサブネットfに属する図示されていない受信ホスト223に送られるエンドエンドパケットフロー専用のVCカットスルーフローを設定しようとする場合、ルータ202では宛先サブネットf行きのデフォルト経路の仮想次段ノードがルータ204であることがわかり、すなわちVPカットスルーフローがルータ202から204まで設定されていることがわかる。従って、ルータ202では次段隣接ノードが204であると考えて、VCカットスルーフロー設定手順を行なう。

【0059】ルータ202におけるVCカットスルーフロー設定手順の例を以下に示す。まずルータ202が、ルータ204に張られているカットスルーフローVP内の空きVCI値管理表(図5)を宛先ネットワークアドレスをキーに参照し、そこに記載されたVCI値(302)とエンドエンドフロー(ここでは、送信元アドレスa.211、宛先アドレスd.223)との対応関係をルータ204に対して制御メッセージとして伝える。この制御メッセージの送信にはデフォルト転送用VC(VPI/VCI=0/100)を用いる。

【0060】そして、ルータ204からの応答を待ち、対応関係を設定することに対する許諾のメッセージをルータ204から受け取れば、ルータ202は少なくとも仮想次段ルータ204との間に送信ホスト211～受信ホスト223間のエンドエンドフロー専用のVCが確保できたと解釈し、そのフローのパケットを確保した専用VC(VPI/VCI=0/302)に流すことができる。

【0061】送信ホスト211～受信ホスト223間のエンドエンドフロー専用のVCカットスルーフローの設定手順がルータ202～204間で完了し、同様の手順がルータ204～205間、ルータ201～202間でも完了すると、ルータ201～205までのVCカットスルーフローが設定可能となる。

【0062】なお、上記例では、上流ノード(ルータ202)が下流ノード(ルータ204)に対してカットスルーフローの設定を起動する場合について説明したが、下流側のノードが上流側のノードに対してカットスルーフローの設定を起動する方法をとっても構わない。この場合は、下流側のノードがルータ202～204間のVPカットスルーフロー内の空きVCI値を管理する。

【0063】以上述べたように、新たなVCカットスルーフローを、すでに設定されているVPカットスルーフローの中を通

す(利用する)かたちで設定しようとする場合、そのVPカットスルーフローの始点になっているルータでは、VPカットスルーフローの終点ルータのアドレスを認識し、そのルータを仮想的な隣接ノードとして、VCカットスルーフロー設定のための制御メッセージの交換を行なう。そのためには、設定されているVPカットスルーフローの終点ルータのアドレスを常に始点ルータで記憶していることが必要となる。

【0064】その方法としては、VPカットスルーフロー設定のためのプロトコルが常に終点ノードのアドレスを始点ノードに対して通知するようにするか、あるいはVPカットスルーフロー中のデフォルトVCIに終点アドレスをチェックするためのメッセージを定義するか、あるいはATMのOAM情報を使うかのいずれかが考えられる。

【0065】なお、下流側のノードが上流側のノードに対してカットスルーフローの設定を起動する方法を採る場合には、VPカットスルーフローの終点になっているルータが、VPカットスルーフローの始点ルータのアドレスを認識し、そのルータを仮想的な隣接ノードとして動作することになる。

【0066】以上述べた実施の形態では、宛先ネットワークアドレスなどの比較的抽象的な(緩やかな)条件で規定されたパケットフローのためにあらかじめ設定しておくカットスルーフローとしてVPをつなぎ合わせたVPカットスルーフローを用いることを想定した。

【0067】VPの中のあるVCI値をデフォルトのパケット転送や制御メッセージ転送用のコネクションとして使用し、送信元／宛先アドレス対(および宛先ポート番号)などのよりスペシフィック(詳細)な条件で規定されたパケットフローのためのカットスルーフローを生成するために、上記デフォルトのVCI値以外の空きVCI値を上記パケットフロー専用のVCとして隨時確保する方法を説明した。

【0068】同様なことを実現する他の実施形態として、比較的抽象的な条件で規定されたパケットフローのためにあらかじめ設定するカットスルーフローとして、VPではなくVCをつなぎ合わせたVCカットスルーフローを用いることも可能である。

【0069】その場合には、あらかじめ設定しておく比較的抽象的な条件で規定されたデフォルトフローの転送に用いるVCカットスルーフローの設定とともに、後に設定が要求されるかもしれない、よりスペシフィックな条件で規定されたパケットフロー用のVCカットスルーフローのためのパートとなるVCカットスルーフローを準備しておく。この準備されたVCカットスルーフローの集合が、上記比較的抽象的な条件で規定されたパケットフローのための専用仮想パスとなる。

【0070】例えば、図7に示すように、ルータ202～203～204までの宛先ネットワークfのデフォルトフローを転送するためのVCカットスルーフロー(VPI/

$VC\ I = 0 / 100$ ）を設定するとともに、ルータ 202～203～204間に同様の VC カットスルーのプール（ $VPI / VC\ I = 0 / 301$ 、他の未使用カットスルー）を設定して維持しておく。

【0071】後に、例えば送信ホスト 211、受信ホスト 223（アドレス f. 223）で規定された VC カットスルーをルータ 201～205間に設定する際に、上記プールしてあるルータ 202～204間の未使用の VC カットスルーをそのパートとして利用することができる。

【0072】この方法は、VP を用いる場合とは異なり、ルータ 203でも VC 単位のスイッチングを行なう必要があるが、詳細に規定されたエンドエンドのフローのための VC カットスルーの設定の際の制御手順にルータ 203は関与する必要はなく、あらかじめ準備された VC カットスルーの端点であるルータ 202とルータ 204の間で制御メッセージの交換を行なえば良い。

【0073】なお、この方法の場合は、ルータ 203で VC 単位のスイッチングを行うため、一つの VC カットスルーの VCI 値がルータ 202とルータ 204とでは異なるのが通常である（図 7 に示す VPI / VCI はルータ 202にて認識される値であり、ルータ 204ではこれとは異なる値で同じ VC カットスルーが認識されている）。したがって、あらかじめルータ 202と 204間でプールしてある VC カットスルーのそれぞれにつき、これを一意に認識できるよう、VC カットスルーハードのネゴシエーションを行っておく。

【0074】すなわち、例えばルータ 202が、ある ID 値を選択し、「この VC カットスルーハード値を使ってルータ 202～204間の VC カットスルー設定を行いたい」旨をルータ 204にメッセージとして伝え、ルータ 204から許諾のメッセージを受信すると言う動作を、ルータ 203でルータ 202からの VC とルータ 204への VC を ATM レベルで接続するための設定を行った後に実行することにより、この同一の VC カットスルーハード値でルータ 202と 204の双方が一つの VC カットスルーを認識できるようになる。

【0075】そして、ルータ 202はこの各 VC カットスルーハードを記憶しており、詳細に規定されたエンドエンドのフローのための VC カットスルーの設定の際にルータ 204と通信する制御メッセージには、VP を用いる場合の VCI 値の代わりに、VC カットスルーハード値を、未使用の VC カットスルーから選択した VC カットスルーを特定する情報として含ませればよい。

【0076】同様なことを実現するさらに別の実施形態としては、VP と VC という階層構造を用いてカットスルーの階層化を行なうのではなく、 VPI / VCI フィールドの任意の部分を境界にしてカットスルーの階層化を行なう方法も考えられる。その場合には、境界を 2つ以上定義することで 3段階以上の階層化を行なうことも

可能である。ただしその場合には、カットスルー設定時に各々のカットスルーはセルヘッダ領域のどのビットまでの値で識別されるものであるかを示す情報をやりとりすることが必要である。

【0077】以上述べてきた実施形態の説明は図 2 に示すネットワーク構成を例にして行なってきたが、図 3 に示すようなネットワーク構成においても全く同様の方法が適用可能である。

【0078】図 3 は、ルータ 203がルートサーバ機能も持っており、NHRP（Next Hop Resolution Protocol）等の手順によりルータ 202、204間に宛先ネットワークアドレス f のパケットフロー専用の VP あるいは VC を設定している。その後、よりスペシフィックな条件（送信元アドレス a. 211、宛先アドレス f. 222）で規定されたフローのための VC カットスルーを設定する際に、ルータ 202と 204の間で隣接ノードとして制御メッセージの交換を行ない、結果としてルータ 202～204間の VC をパートとして持ったルータ 201～205間の VC カットスルーを構成することができる。

【0079】本発明の他の実施形態として、ATM でなくイーサネットなどの他の通信ネットワークにおけるカットスルーハード制御手順について説明する。上記 ATM における実施形態で用いた VPI の代わりに、MAC フレーム中に、宛先ネットワークアドレス等で規定する「比較的抽象度の高いある特定フローの転送専用の仮想的なデータリンク識別子（以下では DVLIA と呼ぶ）」を記入する第 1 の特定のフィールドを設ける。さらに ATM における実施形態で用いた VCI の代わりに、MAC フレーム中に送信元／宛先 IP アドレス対等で規定する「より詳細に条件が規定された特定フローの転送専用の仮想的なデータリンク識別子（以下では DVLIB と呼ぶ）」を記入する第 2 の特定のフィールドを設ける。

【0080】図 2 で、すべてのサブネットがイーサネットであるとして、ルータ 202からルータ 204まで予めカットスルー（ここでは IP 等のネットワーク層レベルの処理をせず、MAC ヘッダなどのデータリンクフレームのヘッダ情報を用いてルータで転送処理することを示す）が設定されているとする。このカットスルーは宛先ネットワークアドレス等で規定された比較的抽象度の高い特定フローが転送されるためのものである。

【0081】この状態では、図 10 に示すように、ルータ 203にはサブネット c でルータ 202との間で合意された仮想的なデータリンク識別子 DVLIA の値（A1 とする）と、サブネット d でルータ 204との間で合意された仮想的なデータリンク識別子 DVLIB の値（A2 とする）の対応関係が記憶されている。

【0082】ルータ 203は、第 1 の特定のフィールドに記入されている仮想的なデータリンク識別子 A1 に基づいてこのテーブルを引くことにより、ネットワーク層

のフロー解析処理を施さずに所定の出力インターフェースへ転送するとともに仮想的なデータリンク識別子の値をあらかじめルータ204との間で決定されたものに書き換える。

【0083】ここで、ルータ202が送信ホスト211から受信ホスト222へのデータパケットを受信し、この送受信対のパケットフロー専用の（よりスペシフィックな）カットスルーを設定すべきと判断したとする。ルータ202は、ルータ204との間で前述した第2の特定のフィールドに記入すべき仮想的なデータリンク識別子の値の合意をとるために制御メッセージの交換を行う（ここで決まった値をDVL I-B=B301とする）。

【0084】なお、ルータ203では、第1の特定のフィールドDVL I-Aに仮想的データリンク識別子が記入されているフレームについては、第2の特定のフィールドDVL I-Bの仮想的データリンク識別子の値は書き換えずに、上述したカットスルー転送を行う。

【0085】ルータ202は、前記エンドエンドフローに属するパケットのフレームの第1及び第2の特定のフィールドにそれぞれ、A1及びB301を記入して転送することになる。

【0086】図11に示すように、ルータ202は入力側の第1および第2の特定のフィールドに記載された仮想データリンク識別子（と必要ならインターフェース番号）と、出力側の第1および第2の特定のフィールドに記載された仮想データリンク識別子（と必要ならインターフェース番号、さらに必要なら送受信MACアドレスなどのその他のデータリンクヘッダ情報）の対応表を持っている。

【0087】そして、ルータ201とルータ202の間に、上記エンドエンドフロー専用の仮想的データリンク識別子が合意され記憶されている（図11ではA0/B501）なら、ルータ202はその情報に基づいて上記対応表を引き（出力側はA1/B301）、ネットワーク層処理をすること無しに必要なデータリンクヘッダの書き換えをして、上記フローのパケットを転送できる。

【0088】なお、図8は、ATMの場合の実施形態と同様に、ルータ202でIP処理を行なった場合の出力時に付与する仮想データリンク識別子情報が記憶されたテーブル、図9は、ルータ202から新たにカットスルーを生成する際の仮想的な隣接ルータ204との間の空きDVL I値を管理するテーブル（制御メッセージの交換時に参照される）を示したものである。

【0089】このように、イーサネットにおいても、予

め存在する抽象度の高いある条件で規定されたカットスルーを利用して、前記条件を満たしかつより詳細な条件で規定されたパケットフローに対し任意にカットスルーを設定することができる。その他、本発明はその趣旨を逸脱しない範囲で種々の変形実施が可能である。

【0090】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明によれば、より詳細な条件で規定されるパケットフローに対して新たな専用仮想パスを生成する場合に、すでに設定されているより抽象的な条件で規定されるパケットフロー用の専用仮想パスを利用するかたちで設定することができるため、経路上のすべてのルータで新たな専用仮想パスの生成手順を行なった場合に比べて、その生成に要する時間を短縮することができ、各ルータでのパケット処理負荷の軽減が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施形態に係るルータの構成例を示す図。

【図2】 本発明の実施形態に係る第1のネットワーク構成例を示す図。

【図3】 本発明の実施形態に係る第2のネットワーク構成例を示す図。

【図4】 本実施形態のATM接続されたルータで用いるIP経路表の一例を示す図。

【図5】 本実施形態のATM接続されたルータで用いる空きVC管理表の一例を示す図。

【図6】 本実施形態のATM接続されたルータで用いるATMセル経路表の一例を示す図。

【図7】 本発明の他の実施形態に係る第1のネットワーク構成例を示す図。

【図8】 本実施形態のイーサネット接続されたルータで用いるIP経路表の一例を示す図。

【図9】 本実施形態のイーサネット接続されたルータで用いる空き仮想データリンク管理表の一例を示す図。

【図10】 本実施形態のイーサネット接続されたルータで用いる仮想データリンクヘッダ変換表の一例を示す図。

【図11】 本実施形態のイーサネット接続されたルータで用いる仮想データリンクヘッダ変換表の他の例を示す図。

【符号の説明】

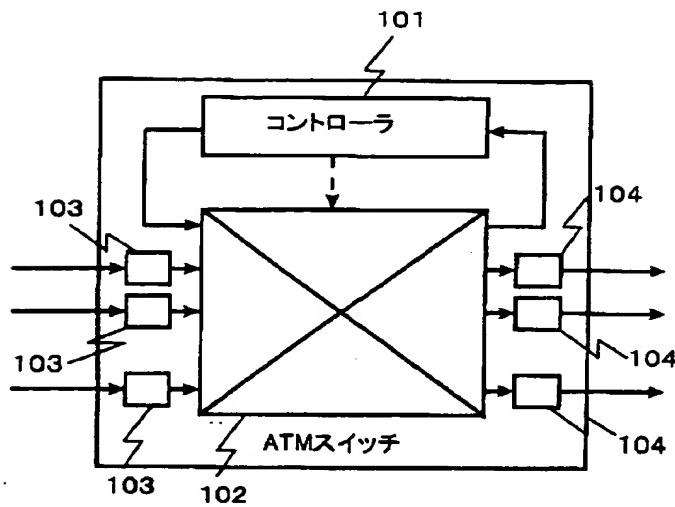
101…コントローラ

102…ATMスイッチ

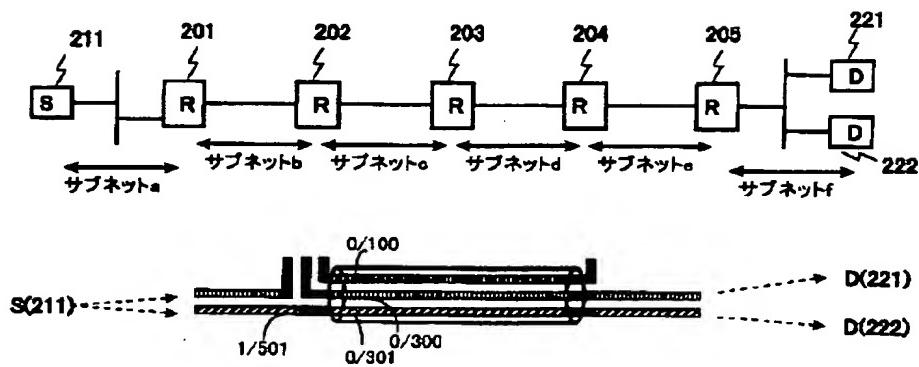
103…入力インターフェース

104…出力インターフェース

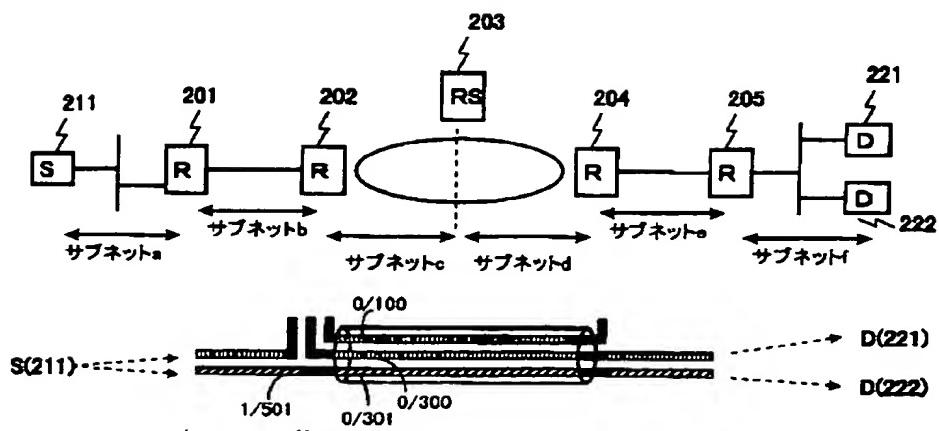
【図 1】



【図 2】



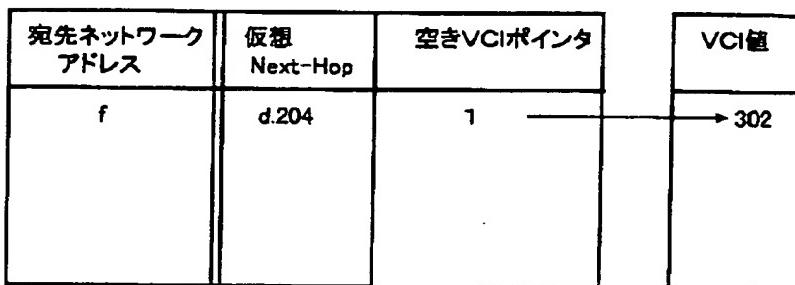
【図 3】



【図4】

送信元IPアドレス	宛先IPアドレス	出力I/F	出力VPI/VCI	仮想 Next-Hop
*	f.*	2	0 / 100	d.204
a.211	f.221	2	0 / 300	—
*	g.*	2	0 / 500	c.203

【図5】



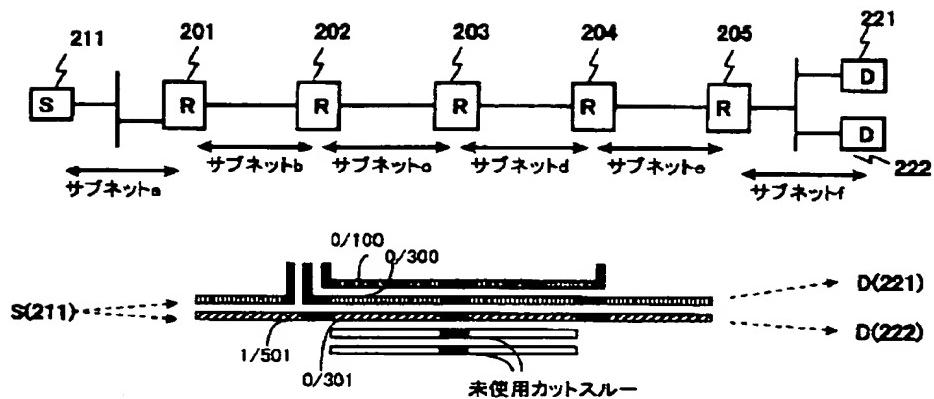
【図6】

入 力		出 力	
I/F	VPI / VCI	I/F	VPI / VCI
1	1 / 501	2	0 / 301

【図8】

送信元IPアドレス	宛先IPアドレス	出力I/F	出力データリンク ヘッダ(DVLI-A/ DVLI-B)	仮想 Next-Hop
*	f.*	2	A1/B100	d.204
a.211	f.221	2	A1/B300	—
*	g.*	2	A1/B500	c.203

【図 7】



【図 9】

宛先ネットワーク アドレス	仮想 Next-Hop	空きDVLI-B ポインタ	DVLI-B 値
f	d.204	1 → B302	

【図 10】

入 力		出 力	
I/F	DVLI-A / B	I/F	DVLI-A / B
1	A1/*	2	A2/*

【図11】

入 力		出 力	
I/F	DVLI-A / B	I/F	DVLI-A / B
1	A0/B501	2	A1/B301